

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Attorney Docket No. 249/394

In re patent application of

Woo-young JANG, et al.

Group Art Unit: (Unassigned)

Serial No. (Unassigned)

Examiner: (Unassigned)

Filed: Concurrently

For: MEASUREMENT SYSTEM AND ELECTRODE FOR MEASURING SKIN
IMPEDANCE IN A SMALL REGION OF SKIN

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA. 22313-1450

Sir:

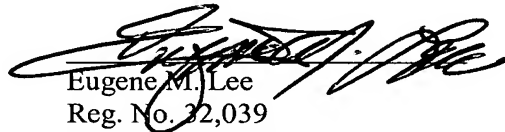
The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

Korean Application No. 2002-43926, filed July 25, 2002.

Respectfully submitted,

July 23, 2003
Date


Eugene M. Lee
Reg. No. 32,039
Richard A. Sterba
Reg. No. 43,162

LEE & STERBA, P.C.
1101 Wilson Boulevard Suite 2000
Arlington, VA 20009
Telephone: (703) 525-0978



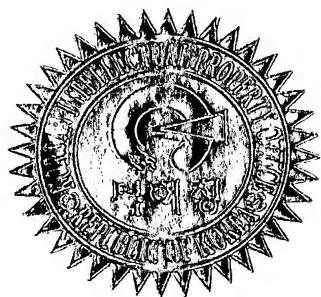
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출 원 번 호 : 10-2002-0043926
Application Number

출 원 년 월 일 : 2002년 07월 25일
Date of Application JUL 25, 2002

출 원 인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



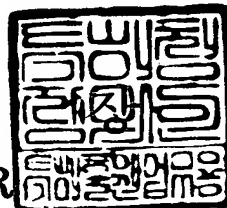
2003 년 02 월 21 일

특

허

청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0030
【제출일자】	2002.07.25
【국제특허분류】	A61B
【발명의 명칭】	피부의 국부적인 영역의 임피던스를 측정하는 측정 시스템 및 이에 이용되는 임피던스 측정 전극
【발명의 영문명칭】	Measurement system and electrode for measuring the impedance of small area of skin
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	장우영
【성명의 영문표기】	JANG, Woo Young
【주민등록번호】	730201-1691649
【우편번호】	135-230
【주소】	서울특별시 강남구 일원동 666-8 401호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박영배
【성명의 영문표기】	PARK, Young Bae
【주민등록번호】	530205-1042247

【우편번호】	135-240
【주소】	서울특별시 강남구 개포동 185 주공아파트 708동 301호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	신상훈
【성명의 영문표기】	SHIN, Sang Hoon
【주민등록번호】	631119-1095024
【우편번호】	463-070
【주소】	경기도 성남시 분당구 야탑동 탑마을 선경아파트 112동 302호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최진욱
【성명의 영문표기】	CHOI, Jin Wook
【주민등록번호】	700101-1055327
【우편번호】	158-050
【주소】	서울특별시 양천구 목동 933번지 삼익아파트 103동 1303호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 이해영 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	15 면 15,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	24 항 877,000 원
【합계】	921,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 피부의 국부 영역의 임피던스를 측정하는 측정 시스템 및 임피던스 측정에 이용되는 전극을 개시한다.

본 발명의 측정 시스템은 정전류를 공급하기 위한 복수의 전류 공급 전극 및 피부의 반응 신호를 측정하기 위해 전류 공급 전극과 분리된 복수의 측정 전극을 구비하는 전극부; 전류 공급 전극에 일정한 전류를 공급하는 정전류원; 측정 전극에 접속되어, 정전류원에 의해서 인가된 전류에 대해서 피부가 반응하여 나타나는 반응 신호를 수신하여 전위차 신호를 생성하고 잡음을 제거하여 증폭하는 신호처리부; 신호처리부로부터 수신된 아날로그 전위차 신호를 디지털 신호로 변환하는 신호 변환부; 및 디지털 신호를 영상신호로 변환하여 표시하는 영상표시부를 포함한다.

【대표도】

도 1

【색인어】

피부 저항, 임피던스 측정 전극

【명세서】

【발명의 명칭】

피부의 국부적인 영역의 임피던스를 측정하는 측정 시스템 및 이에 이용되는 임피던스 측정 전극{Measurement system and electrode for measuring the impedance of small area of skin}

【도면의 간단한 설명】

도 1 은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 원형 전극을 도시하는 도면이다.

도 2 는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 "ㄷ" 자형 전극을 도시하는 도면이다.

도 3 은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 일자형 전극을 도시하는 도면이다.

도 4a 및 도 4b는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전극 간격 조절장치의 일예를 도시하는 도면이다.

도 5a 내지 5d 는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 측정 시스템의 구성을 도시하는 블록도이다.

도 6 은 본 발명의 측정 시스템을 이용하여 피부 임피던스를 측정한 경혈점의 위치를 도시한 도면이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<7> 본 발명은 피부의 국부적인 영역의 임피던스(저항값)를 측정하는 측정 시스템 및 이 측정 시스템에 이용되는 전극에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 피부의 국부적인

영역의 임피던스를 측정하기 위하여 전류 공급 전극과 측정 전극을 분리한 임피던스 측정 전극 및 이를 이용하는 피부의 국부적인 영역의 임피던스 측정 시스템에 관한 것이다.

<8> 최근 피부의 국부 영역의 임피던스 값을 분석하여 다양한 응용분야에 그 결과를 적용할 수 있다는 점에서 피부 저항을 정확하게 측정하는 방법 및 장치가 연구되고 있다. 그 대표적인 응용분야로서, 한의학에서 피부의 임피던스를 측정함으로써 인체의 질병의 진단 및 치료에 이용하는 경혈의 위치를 측정하는 것이다.

<9> 경혈 및 경락이란 한방이나 수기계 치료(침, 뜸, 안마 등) 때에 활용하는 피부나 근육에 나타나는 중요한 반응점 및 이러한 반응점을 연결한 경로를 의미한다. 한방, 특히 수기계 치료의 질병관에 의하면 인체에는 장부(오장육부)가 있고, 기능이 서로 조화되면 건강하지만 조화가 흩어지면 병에 걸려 여러 가지 증세가 나타난다고 한다. 이 장부의 기능을 항상 조절하는 것으로서 몸의 내외를 지나가는 에너지 순환계(기와 혈이 흐른다고 한다)가 있는데 이것을 경락이라고 한다.

<10> 따라서, 한의학에서 진단 및 치료를 위해서 경혈 및 경락의 위치를 정확하게 찾아내는 것이 매우 중요한데, 이러한 경혈 및 경락에 해당되는 부위는 다른 피부 조직에 비하여 전기적인 저항이 낮다는 원리를 이용하면, 피부 저항을 정확히 측정함으로써 경혈의 위치를 정확히 찾아낼 수 있게된다.

<11> 이밖에도, 피부 저항의 측정을 통해서 피부암 판정, 화상 정도 결정, 움직임 파악, 재활 운동력 파악 또는 피부내의 임파선 이상 유무 파악 등이 가능하다는 연구 결과가 보고되고 있어, 피부 임피던스 측정 결과의 적용범위는 앞으로 더욱 증대되리라 예상된다.

- <12> 그러나, 종래의 피부 임피던스의 측정은 피부의 국부적인 임피던스를 측정한다기보다는 몸 전체의 임피던스를 측정하는 방식이 대부분이었다. 또한, 국소 부위 또는 신체 전부의 임피던스를 측정함에 있어서도 2전극 방식 또는 3전극 방식 등이 대부분이었다.
- <13> 이러한 2 전극 및 3 전극 방식은 하나 이상의 전극을, 피부의 임피던스를 측정 전극과 전압 또는 전류를 인가하는 전극으로 공유하여 사용하게 되므로, 진정한 피부 저항인 진피 및 피하 조직의 임피던스뿐만 아니라, 전극과 피부사이의 접촉저항 및 표피의 저항까지도 포함하게 되어 정확한 피부 저항의 측정이 불가능하였다.
- <14> 특히, 접촉저항은 측정자의 숙련도(전극의 접촉 속도 및 접촉 압력)와 전극과 접촉한 피부면의 상태(온도 및 습도 등)에 따라서 그 측정결과가 상당한 차이가 나타나므로, 전체적인 피부 임피던스 측정값 또한 상당한 영향을 받게 되어, 정확한 측정값을 얻기 어렵다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <15> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 피부의 국부영역의 임피던스 측정에 사용될 수 있는, 전원 공급 전극과 측정 전극이 분리된 임피던스 측정 전극을 제공하는 것이다.
- <16> 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 전류 공급 전극과 측정 전극의 간격을 자유롭게 조절할 수 있는 임피던스 측정 전극을 제공하는 것이다.
- <17> 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 전원 공급 단자와 측정 단자가 분리된 측정 전극을 이용하여, 정확하게 피부의 국부적인 영역의 임피던스를 측정하는 측정 시스템을 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

- <18> 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 임피던스 측정 전극은 피부에 일정한 전류를 인가하기 위한 복수의 전류 공급 전극; 및 피부의 반응 신호를 측정하기 위해 전류 공급 전극과 분리된 복수의 측정 전극을 구비하며, 측정 전극은 상기 전류 공급 전극 사이에 배치된다.
- <19> 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 임피던스 측정 전극은, 원기둥 형상의 제 1 전극, 및 상기 제 1 전극을 둘러싸는 원통 형상의 제 2 전극을 구비하는 전류 공급 전극; 및 제 1 전극을 둘러싸고 제 1 및 제 2 전극 사이의 공간에 배치되는 원통 형상의 측정 전극을 구비하는 것이 바람직하다.
- <20> 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 임피던스 측정 전극은, 제 1 면, 제 1 면에 수직인 제 2 면, 및 제 2 면으로부터 제 1 면 방향으로 수직인 제 3 면으로 구성되는 제 1 전극, 및 제 1 전극과 동일한 형상을 갖으며 제 1 전극과 개방된 면이 서로 마주보도록 서로 이격되어 배치된 제 2 전극을 구비하는 전류 공급 전극; 및 제 1 전극 및 상기 제 2 전극 사이에 형성되는 내측 공간에 배치되는 측정 전극을 구비하는 것이 바람직하다.
- <21> 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 임피던스 측정 전극은, 제 1 면, 제 1 면에 수직인 제 2 면, 및 제 2 면으로부터 제 1 면 방향으로 수직인 제 3 면으로 구성되는 제 3 전극; 및 제 3 전극과 동일한 형상을 갖으며, 제 3 전극과 개방된 면이 서로 마주보도록 서로 이격되어 배치된 제 4 전극을 구비하며, 복수의 전류 공급 전극사이에 배치되는 측정 전극을 구비하는 것이 바람직하다.

- <22> 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 임피던스 측정 전극은, 소정의 곡률을 갖고며 일부분이 개방된 타원형의 제 1 전극, 및 상기 제 1 전극과 동일한 형상을 갖고, 제 1 전극과 개방된 면이 서로 마주보도록 서로 이격되어 배치된 제 2 전극을 구비하는 전류 공급 전극; 및 제 1 전극 및 제 2 전극 사이에 형성되는 내측 공간에 배치되는 측정 전극을 구비하는 것이 바람직하다.
- <23> 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 임피던스 측정 전극은, 소정의 곡률을 갖고며 일부분이 개방된 타원형의 제 3 전극, 및 제 3 전극과 동일한 형상을 갖고며, 제 3 전극과 개방된 면이 서로 마주보도록 서로 이격되어 배치된 제 4 전극을 구비하며, 복수의 전류 공급 전극사이에 배치되는 측정 전극을 구비하는 것이 바람직하다.
- <24> 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 임피던스 측정 전극은, 전류 공급 전극 및 측정 전극은 병렬로 배치된 평평한 전극으로 구성되고, 상기 측정 전극은 상기 전류 공급 전극 사이에 배치되는 것이 바람직하다.
- <25> 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 다른 임피던스 측정 전극은, 전극들에 연결된 고정 나사선; 고정 나사선에 접합되고, 전극들의 위치가 고정 나사선을 따라서 움직이도록 고정 나사선을 회전시키는 돌림나사; 및 소정의 전극의 위치를 고정 나사선상에 고정시키는 고정단추를 포함하여, 전극들의 간격을 조절하는 전극 간격 조절부를 포함하는 것이 바람직하다.
- <26> 한편, 상술한 본 발명의 임피던스 측정 전극을 이용한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 피부의 국부적인 영역의 임피던스를 측정하는 측정 시스템은, 정전류를 공급하기 위한 복수의 전류 공급 전극 및 피부의 반응 신호를 측정하기 위해 전류 공급 전극과 분리된 복수의 측정 전극을 구비하는 전극부; 전류 공급 전극에 일정한 전류를 공급하는 정

전류원; 측정 전극에 접속되어, 정전류원에 의해서 인가된 전류에 대해서 피부가 반응하여 나타나는 반응 신호를 수신하여 전위차 신호를 생성하고 잡음을 제거하여 증폭하는 신호처리부; 신호처리부로부터 수신된 아날로그 전위차 신호를 디지털 신호로 변환하는 신호 변환부; 및 디지털 신호를 영상신호로 변환하여 표시하는 영상표시부를 포함한다.

<27> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다.

<28> 본 발명의 4전극은 정전류원에 연결되어 피부의 국부적인 영역에 소정의 전류를 인가하는 2개의 전류 공급 전극과, 인가된 전류에 따라 나타나는 피부의 반응, 즉, 피부에 접촉된 전극간의 전위차를 측정하는 2 개의 측정전극으로 구성된다. 이 때, 측정전극은 두께 0.8mm의 황동을 가공하여 $100\text{mA}\cdot\text{s}/\text{cm}^2$ 로 AgCl 도금을 하여 제작하는 것이 바람직하며, 양 측정 전극을 폭 5mm 정도 안에 배치하는 것이 바람직하다.

<29> 본 발명의 전극은 4전극 방식의 측정이 가능하도록 각기 4개의 전극봉으로 구성되었으며, 그 전극의 형태 및 배열 방식에 따라 크게 원형, "ㄷ" 자형, 일자형 등의 3가지로 분류하여 도 1 내지 도 3 에 도시하였으나, 이 밖의 다른 형태의 4 전극 배치가 가능함은 물론이다.

<30> 도 1 은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 원형 전극을 도시하는 도면이다.

<31> 원형의 4 전극은 도 1 (a) 에 도시된 바와 같이, 중앙에 원기둥 형상의 중심 전극이 위치하고, 나머지 3 개의 원통형상의 전극이 중심 전극을 동심원으로 하여 그 외부에 배치된다.

- <32> 도 1(a)의 원형 전극을 S-S 방향으로 절단한 단면도인 도 1(b)를 참조하면, 원형 전극의 중심에 위치한 원기둥 형상의 전극과 가장 외부에 위치한 원통형 전극에 정전류원이 연결되고, 그 사이에 위치한 전극들이 측정 전극이 된다.
- <33> 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 원형 전극의 실제 외형 및 실제 단면은 도 1(c) 및 도 1(d)에 각각 도시된 바와 같다.
- <34> 도 2 는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 "ㄷ" 자형 전극을 도시하는 도면이다.
- <35> 도 2(a)를 참조하면, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 전극은 제 1 면, 제 1 면에 수직인 제 2 면, 및 제 2 면으로부터 제 1 면 방향으로 수직인 제 3 면으로 구성되는 형상(이하 "ㄷ" 형 전극이라 함)을 갖고, 4개의 전극 각각이 "ㄷ" 형상으로 구성된다. 도 2(a)에 도시된 바와 같이, 제 1 전극이 소정의 위치에 배치되고, 개방면이 제 1 전극의 개방면과 서로 마주보도록 제 2 전극이 배치된다. 또한, 개방면이 서로 마주보며, 전극의 크기가 제 1 및 제 2 전극보다 작은 제 3 및 제 4 전극이 제 1 전극 및 제 2 전극 사이에 형성된 공간내에 배치된다. 이때, 도 2(a)에 도시된 바와 같이, 제 1 및 제 2 전극과 제 3 및 제 4 전극은 서로 엇갈리게, 즉, 그 개방면의 방향이 서로 직교하도록 배치된다.
- <36> 도 2(a)의 "ㄷ" 형 전극을 S-S 방향으로 절단한 단면도인 도 2(b)를 참조하면, 외부에 배치된 제 1 및 제 2 전극에 정전류원이 연결되고, 내부에 배치된 제 3 및 제 4 전극이 측정 전극이 된다. 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 "ㄷ" 전극의 실제 외형 및 실제 단면은 도 2(c) 및 도 2(d)에 각각 도시된 바와 같다.

- <37> 한편, 상술한 실시예는 전극의 형상을 "ㄷ" 형태로 예시하고 있으나, 전극의 배치가 상술한 것과 동일하다면, 전극의 형상이 소정의 곡률을 갖으며 일부분이 개방된 타원형(이하, " (" 형 이라 함) 일 때에도 동일한 효과를 나타낼 수 있음을 본 발명의 기술분야의 통상의 지식을 갖춘자는 이해할 수 있을 것이다.
- <38> 도 3 은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 일자형 전극을 도시하는 도면이다.
- <39> 도 3(a)에 도시된 바와 같이, 일자형 전극은 4개의 평평한 전극이 병렬로 나란히 배치된다. 도 3(a)에 도시된 전극의 S-S 방향의 단면도인 도 3(b)에 도시된 바와 같이, 외부의 2개의 전극은 정전류원과 연결되고, 내부의 2 개의 전극이 측정 전극이 된다. 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 일자형 전극의 실제 외형 및 실제 단면은 도 3(c) 및 도 3(d)에 각각 도시된 바와 같다.
- <40> 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전극 간격 조절장치의 일예를 도시한 도면이다. 본 발명의 바람직한 실시예에서는, 도 4a 및 도 4b 에 도시된 전극간격 조절장치를 상술한 본 발명의 전극과 결합하여, 각 전극간의 간격을 자유롭게 조절할 수 있도록 구성되었다. 전극의 간격을 조절할 수 있게 됨으로써, 임피던스를 측정할 피부의 범위를 결정하여, 원하는 국소 부위만큼의 피부에 대한 임피던스만 측정할 수 있게 된다.
- <41> 도 4a를 참조하면, 전극간격 조절장치는 지지대(410), 고정 나사선(420), 고정단추(430), 돌림나사(440), 및 전극(450)을 포함한다.
- <42> 전극간격 조절장치는 나사방식으로 동작된다. 이동하기를 원하는 전극의 고정 단추(430)는 그대로 두고, 이동을 원하지 않는 전극의 고정 단추(430)를 눌러서 위치를 고정한다.

그 후, 돌림 나사(440)를 돌리면 돌리는 방향의 나사선을 따라 고정단추(430)가 눌러지지 않은 이동을 원하는 전극이 돌림나사를 돌리는 만큼 이동하게 된다. 이러한 방식으로 고정단추(430)를 제어하면서 각기 4개의 전극들을 임의의 거리만큼 또한 임의의 방향으로 각기 이동시키면서 전극간의 간격을 조절할 수 있게 된다.

<43> 도 4a 및 도 4b 는 도 3 에 도시된 일자형 전극에 관하여 도시되었으나, 도 2 에 도시된 "ㄷ" 자형 전극 또는 "(" 형 전극에도 적용이 가능하다. 다만, 이 경우에, 내부의 측정 전극들간의 간격을 조절하기 위한 고정 나사선 및 돌림나사와 외부의 정전류원에 연결된 전극들의 전극 간격을 조절하기 위한 고정 나사선과 돌림나사가 각각 필요하다.

<44> 이하, 상술한 4전극을 이용하여, 피부의 국부적인 영역의 임피던스를 측정하는 측정 시스템을 설명한다.

<45> 도 5a 내지 5d 는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 측정 시스템의 구성을 도시하는 블록도이다.

<46> 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 측정 시스템은 도 5a 에 도시된 바와 같이, 임피던스를 측정하고자 하는 피부의 국부적인 영역에 일정한 전류를 공급하는 정전류원(510), 정전류원에 연결되고 피부에 접촉된 전류 공급 전극, 및 피부에 접촉되고 신호 처리부에 연결된 측정 전극을 포함하는 전극부(520), 측정 전극으로부터 신호를 수신하여 전극간의 전위차를 측정하고, 측정 범위를 조절하며, 신호의 잡음을 제거하여 증폭하는 신호처리부(530), 잡음이 제거되고 증폭된 아날로그 전위차 신호를 디지털 신호로 변환하는 신호 변환부(540) 및 변환된 신호를 해석하여 해석된 데이터를 출력하는 영상표시부(550)를 포함한다.

- <47> 도 5b를 참조하면, 측정하고자 하는 인체의 피부에 전기적 자극을 주기 위하여 부하에 관계없이 일정한 전류를 공급하는 장치인 정전류원(510)은, 입력부(512), 전류 변환부(514), 전류세기 제어부(516), 및 출력부(518)를 포함한다.
- <48> 입력부(512)는 외부 전원으로부터 전압을 입력받는 부분으로서, 입력된 전압을 전류 변환부(514)에서 처리 가능한 크기의 전압으로 전압을 분배하는 역할을 수행한다. 본 발명에서 전류 변환부(514)는 다수의 연산 증폭기(Op-Amp)를 이용하여 구현되며, 입력부(512)는 외부 전원으로부터 수신된 전원을 이들 각각의 연산 증폭기의 허용 가능한 전압 단위로 각각 분배한다.
- <49> 전류 변환부(514)는 입력부(512)를 통해서 수신된 전압을 다수의 연산증폭기를 이용하여 부하에 관계없이 일정한 전류로 변환한다. 이는 연산증폭기의 특성과 부궤환 효과를 이용하여 구현된다.
- <50> 전류세기 제어부(516)는 전류 변환부(514)가 전압을 전류로 변환할 때, 얼마만큼의 크기의 전류로 변환하여 부하로 인가할 것인지를 조절하는 부분으로서, 가변저항을 이용하여 전압이 전류로 변환되는 정도를 조정함으로써 구현된다.
- <51> 출력부(518)는 변환된 전류를 부하에 인가해 주는 부분으로서, 전극은 쌍극자 방식으로 인가되고, 인가 전극 중 하나는 전원의 접지와 공통으로 사용된다. 출력부(518)는 수신된 전류를 전극부(520)로, 구체적으로는 상술한 전류 공급 전극으로 출력하고, 전류는 피부에 접촉된 전극을 통해서 피부로 인가된다.
- <52> 한편, 전극부(520)의 측정 전극은 인가된 전류에 반응하여 발생된 피부의 전기적인 신호를 수신하고, 수신된 신호를 신호 처리부(530)로 출력한다.

- <53> 도 5c를 참조하면, 신호 처리부(530)는 입력부(531), 버퍼부(532), 전위차 측정부(533), 오프셋 전압 제어부(534), 증폭부(535), 필터부(536), 위상 반전 증폭부(537) 및 출력부(538)를 포함한다.
- <54> 본 발명의 신호처리부(530)는 인가된 전류에 피부가 반응하여 나타나는 응답신호를 측정하고, 전위차 신호를 생성하여 증폭한다. 신체는 극히 비균질한 저전도성 매질로써 입력에 대한 결과값을 추정하기가 매우 어려우며, 응답 신호 측정에 있어서도 신호레벨이 거의 잡음레벨에 가깝기 때문에 신호 대 잡음비가 매우 낮으므로, 신호처리부(530)는 부하의 영향뿐만 아니라 잡음의 영향도 최소화하는 기능을 수행한다.
- <55> 구체적으로 살펴보면, 입력부(531)는 전도성 및 전자기차폐력이 좋은 도선을 포함하고, 측정 전극으로부터 피부의 응답 신호를 수신하여 버퍼부(532)로 출력한다.
- <56> 버퍼부(532)는 피부의 부하가 입력 임피던스와 크거나 비슷한 경우에 정확한 측정이 어려워지는 부하효과를 최소화 하기 위하여, 부하의 임피던스보다 높은 입력 임피던스를 유지할 수 있도록 입력 임피던스를 조절하고, 입력된 응답 신호를 일시 저장한다.
- <57> 전위차 측정부(533)는 버퍼부(532)를 통해서 두 개의 측정 전극에서 감지된 응답 신호를 수신하여 양 신호간의 전위차를 측정한 후, 측정된 전위차를 오프셋 전압 제어부(534)로 출력한다.
- <58> 오프셋 전압 제어부(534)는 측정 시스템의 전압 레벨을 조정한다. 특히, 피부 임피던스의 측정전에 양 측정 전극을 맞대었을 때 측정되는 전위차는 0 이 되어야 하지만, 시스템의 내부적인 요인으로 인해 이 전위차가 0 이 되지 않는 경우가 발생한다. 이 경

우에, 측정된 전위차를 0 레벨로 조정한다. 이렇게, 신호 측정전에 미리 영점 조절을 한 후 측정을 수행하면, 측정된 신호의 정확한 DC 레벨을 측정할 수 있게된다.

<59> 아울러, 전위차 측정부(533)로부터 수신된 전위차가, 측정 시스템에서 측정 가능한 전위차 범위를 초과하거나 극단에 치우쳐 나타나는 경우에, 오프셋 전압의 조절을 통해서 수신된 전위차를 측정 시스템이 측정가능한 전위차 범위내로 조절하여 보다 정확한 전위차의 측정이 가능해진다. 또한, DC 레벨에 실려있는 미소한 AC 레벨에 관심이 있는 경우에, 오프셋 전압조절을 통해 관심있는 영역의 신호만 확대해서 볼 수 있도록 측정 범위의 이동이 가능하다.

<60> 오프셋 전압 제어부(534)를 통해 신호의 레벨이 조정된 신호는 증폭부(535)로 입력되고, 증폭부(535)에서 가변저항을 이용하여 신호가 적절한 레벨로 증폭된다. 가변저항에 따라서 증폭도를 조정함으로써 관심있는 신호의 미소한 변위를 측정할 수 있다.

<61> 증폭부(535)에서 증폭된 전위차 신호는 필터부(536)로 입력되고, 필터부(536)는 수신된 신호의 잡음을 제거하고, 원하는 주파수 대역의 신호만을 선택하여 출력한다. 필터부(536)는 복수의 연산 증폭기 및 phase detector 회로등을 이용하여 bandpass 필터로 구현되며, 측정될 신호의 주파수 대역에 따라서 highpass 또는 lowpass 필터로 구현될 수 있음은 물론이다. 잡음의 영향이 최소화되어 높은 신호 대 잡음비를 갖게된 필터링된 측정 신호는 위상반전 증폭부(537)로 출력된다.

<62> 수신된 신호는 위상반전 증폭부(537)에서 다시 한번 증폭되어 신호 대 잡음비가 더욱 향상되고, 이후, 위상반전 증폭부(537)는 필터링과 증폭과정을 통해서 원래의 위상과 비교하여 반전된 신호의 위상을 다시 반전시켜 측정된 신호와 동위상의 신호를 출력부(538)

를 통해서 신호 변환부(540)로 출력한다. 이때, 출력부(538)는 출력 임피던스를 충분히 작게 조절하여 신호 변환부(540)로의 신호전달을 원활하게 한다.

<63> 신호 변환부(540)는 입력된 아날로그 전위차 신호를 영상 표시부(550)에서 모니터와 같은 영상표시 장치를 통해서 나타낼 수 있도록 디지털 신호로 변환하여 영상표시부(550)로 출력한다.

<64> 도 5d를 참조하면, 영상 표시부(550)는 입력부(551), 데이터 해석부(552), 연산 제어부(554), 및 모니터 구동 모듈(557) 및 모니터와 같은 영상표시 장치(558)로 구성되는 디스플레이부(556)를 포함한다.

<65> 신호 변환부(540)에서 출력된 디지털 신호는 입력부(551)를 통해서 데이터 해석부(552)로 입력되고, 데이터 해석부(552)는 사용자가 편리하게 측정된 데이터를 이용할 수 있도록, 입력된 디지털 신호에 대해서 각종 연산을 수행한다. 데이터 해석부(552)에서 수행되는 연산은 사용자의 필요에 따라서 측정 전극간의 전위차 신호의 소정의 시간동안의 평균, 기울기, 미분, 적분 등 다양하게 선택될 수 있고, 수행할 연산은 연산 제어부(554)가 사용자로부터 입력을 받아서 결정하게 된다.

<66> 측정 데이터가 소정의 연산을 통해서 변환된 해석 데이터는 디스플레이부(556)로 전달되고, 모니터 구동모듈(557)에서 원하는 영상신호로 변환된 후, 모니터와 같은 표시장치(558)를 통해서 사용자에게 디스플레이 된다.

<67> 도 6 은 본 발명의 측정 시스템을 이용하여 피부 임피던스를 측정한 경혈점의 위치를 도시한 도이다.

<68> 도 6a 에 도시된 수부는 폐경, 대장경, 심포경, 삼초경, 심경, 소장경의 정혈점을 각각 측정하였고, 도 6b 에 도시된 족부는 비경, 간경, 위경, 담경, 방광경의 정혈을 각각 측정하였다.

<69> 본 발명의 측정 시스템에 의해서 측정된 결과를 아래의 [표 1]에 나타내었다.

<70> 【표 1】

Hand		Feet	
Measuring Point	Skin Resistance (100k Ω)	Measuring Point	Skin Resistance (100k Ω)
LU(H1)	1.53 \pm 0.86	SP(F1)	1.37 \pm 0.84
LI(H2)	1.42 \pm 0.87	LV(F2)	1.55 \pm 0.95
CI(H3)	1.35 \pm 0.86	ST(F3)	1.35 \pm 0.92
EN(H4)	1.33 \pm 0.85	GB(F4)	1.49 \pm 0.01
HT(H5)	1.41 \pm 0.88	KI(F5)	1.58 \pm 0.02
SI(H6)	1.61 \pm 0.93	UB(F6)	1.53 \pm 0.86

<71> (※ 저항값은 평균값 \pm 표준편차)

<72> 상기 [표 1]에 기재된 바와 같이, 수부에 있어서 경혈부 피부 저항값은 경락에 따라, 일정한 차이가 관찰되었으며 ($x^2=42.67$, $df=5$, $P<0.001$), SI점이 가장 큰 저항특성을 나타냈으며, LU점-LI점-HT점-EN점-CI점 순으로 높은 저항특성이 관찰되었다.

<73> 족부에 있어서도 경혈부 피부 저항값은 경락에 따라 일정한 차이가 관찰되었고($x^2=18.06$, $df=5$, $P<0.01$), KI점이 가장 큰 저항특성을 나타냈으며, UB점-LV점-GB점-SP점-ST점 순으로 높은 저항특성이 관찰되었다.

<74> 위의 실험결과는 2전극 또는 3전극법을 사용하여 정혈점을 측정한 기존의 연구 결과들과는 달리 4전극법으로 정혈점을 택하여 측정함으로써 기존의 연구결과와는 확연히 다른 차이를 나타내고 있다. 또한 단순히 동일한 측정점을 측정한 결과가 있다고 하더라도

측정방법이 다르다면 그 결과를 단순 비교하기 어렵다. 따라서 위와 같이 4전극법으로 정혈점을 측정한 결과는 본 발명에 의한 것이 유일하다고 할 수 있다.

<75> 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

【발명의 효과】

<76> 상술한 바와 같이, 신체 전체의 조성비를 측정하는데 이용되었던 2전극 및 3전극 방식과 달리, 피부에 정전류를 공급하는 전극과 측정전극을 분리한 본 발명의 4개의 전극으로 구성된 피부 임피던스 측정 전극을 이용하는 측정 시스템에 의하면, 피부의 좁은 영역의 임피던스를 측정하기 위한 측정 전극들을 밀집시킬 수 있게되어, 국소 부위의 피부 임피던스를 보다 정확하게 측정할 수 있게된다.

<77> 아울러, 본 발명의 4전극에 전극간격 조절장치를 장착함으로써, 임피던스를 측정하고자 하는 피부의 면적을 자유롭게 조절할 수 있게된다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

피부의 국부적인 영역의 임피던스를 측정하는 측정 시스템으로서,
정전류를 공급하기 위한 복수의 전류 공급 전극 및 피부의 반응 신호를 측정하기
위해 상기 전류 공급 전극과 분리된 복수의 측정 전극을 구비하는 전극부;
상기 전류 공급 전극에 일정한 전류를 공급하는 정전류원;
상기 측정 전극에 접속되어, 상기 정전류원에 의해서 인가된 전류에 대해서 피부
가 반응하여 나타나는 반응 신호를 수신하여 전위차 신호를 생성하고 잡음을 제거하여
증폭하는 신호처리부;
상기 신호처리부로부터 수신된 아날로그 전위차 신호를 디지털 신호로 변환하는 신
호 변환부; 및
상기 디지털 신호를 영상신호로 변환하여 표시하는 영상표시부를 포함하는 것을 특
징으로 하는 측정 시스템.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,
상기 전류 공급 전극은 원기둥 형상의 제 1 전극, 및 상기 제 1 전극을 중심으로
하여 상기 제 1 전극을 둘러싸는 원통 형상의 제 2 전극을 포함하고,
상기 측정 전극은 상기 제 1 전극을 둘러싸며, 상기 제 1 및 제 2 전극 사이의 공
간에 배치되는 원통 형상의 제 3 및 제 4 전극을 구비하는 것을 특징으로 하는 측정 시
스템.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서, 상기 전류 공급 전극은

제 1 면, 상기 제 1 면에 수직인 제 2 면, 및 상기 제 2 면으로부터 상기 제 1 면 방향으로 수직인 제 3 면으로 구성되는 제 1 전극, 및

상기 제 1 전극과 동일한 형상을 갖으며, 상기 제 1 전극과 개방된 면이 서로 마주보도록 서로 이격되어 배치된 제 2 전극을 구비하고,

상기 측정 전극은 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극 사이에 형성되는 내측 공간에 배치되는 것을 특징으로 하는 측정 시스템.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서, 상기 측정 전극은

제 1 면, 상기 제 1 면에 수직인 제 2 면, 및 상기 제 2 면으로부터 상기 제 1 면 방향으로 수직인 제 3 면으로 구성되는 제 3 전극, 및

상기 제 3 전극과 동일한 형상을 갖으며, 상기 제 3 전극과 개방된 면이 서로 마주보도록 서로 이격되어 배치된 제 4 전극을 구비하고,

상기 복수의 전류 공급 전극사이에 배치되는 것을 특징으로 하는 측정 시스템.

【청구항 5】

제 1 항에 있어서, 상기 전류 공급 전극은

소정의 곡률을 갖으며 일부분이 개방된 타원형의 제 1 전극, 및

상기 제 1 전극과 동일한 형상을 갖으며, 상기 제 1 전극과 개방된 면이 서로 마주보도록 서로 이격되어 배치된 제 2 전극을 구비하고,

상기 측정 전극은 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극 사이에 형성되는 내측 공간에 배치되는 것을 특징으로 하는 측정 시스템.

【청구항 6】

제 1 항에 있어서, 상기 측정 전극은 소정의 곡률을 갖고며 일부분이 개방된 타원형의 제 3 전극, 및 상기 제 3 전극과 동일한 형상을 갖고며, 상기 제 3 전극과 개방된 면이 서로 마주보도록 서로 이격되어 배치된 제 4 전극을 구비하고, 상기 복수의 전류 공급 전극사이에 배치되는 것을 특징으로 하는 측정 시스템.

【청구항 7】

제 1 항에 있어서, 상기 전극부는 평평한 전류 공급 전극 및 평평한 측정 전극이 병렬로 배치되며, 상기 측정 전극은 상기 전류 공급 전극 사이에 배치되는 것을 특징으로 하는 측정 시스템.

【청구항 8】

제 3 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전극부는 상기 전류 공급 전극간의 간격을 조절하는 제 1 전극 간격 조절부; 및 상기 측정 전극간의 간격을 조절하는 제 2 전극 간격 조절부를 포함하며, 상기 제 1 전극 간격 조절부는, 상기 전류 공급 전극에 연결된 제 1 고정 나사선, 상기 제 1 고정 나사선에 접합되고 상기 전류 공급 전극의 위치가 상기 고정 나사선을 따라서 움직이도록 상기 고정 나사선을 회전시키는 제 1 돌림나사, 및 상기 전류 공급 전극의 위치를 상기 고정 나사선상에 고정시키는 고정단추를 포함하고,

상기 제 2 전극 간격 조절부는, 상기 측정 전극에 연결된 제 2 고정 나사선, 상기 제 2 고정 나사선에 접합되고 상기 측정 전극의 위치가 상기 고정 나사선을 따라서 움직이도록 상기 고정 나사선을 회전시키는 제 2 돌림나사, 및 상기 측정 전극의 위치를 상기 고정 나사선상에 고정시키는 고정단추를 포함하며,

상기 제 1 고정 나사선 및 제 2 고정 나사선은 소정의 간격이 이격되어 서로 직교하는 방향으로 배치되는 것을 특징으로 하는 측정 시스템.

【청구항 9】

제 7 항에 있어서, 상기 전극부는

상기 전류 공급 전극 및 측정 전극들에 연결된 고정 나사선;

상기 고정 나사선에 접합되고, 상기 전극들의 위치가 상기 고정 나사선을 따라서 움직이도록 상기 고정 나사선을 회전시키는 돌림나사; 및

소정의 전극의 위치를 상기 고정 나사선상에 고정시키는 고정단추를 포함하여, 상기 전극들의 간격을 조절하는 전극 간격 조절부를 포함하는 것을 특징으로 하는 측정 시스템.

【청구항 10】

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 정전류원은

외부 전원으로부터 입력된 전압을 소정의 전압으로 분배하여 출력하는 입력부;

상기 분배된 전압을 부하에 관계없이 일정한 세기의 전류로 변환하는 전류 변환부;

가변저항을 이용하여 상기 전류 변환부에서 출력되는 전류의 크기를 조절하는 전류세기 제어부; 및

상기 전류 변환부에서 출력된 전류를 상기 전극에 인가하는 출력부를 포함하는 것을 특징으로 하는 측정 시스템.

【청구항 11】

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 신호 처리부는
입력 임피던스를 피부저항보다 높게 유지하며, 입력되는 측정 신호를 저장하는 버퍼부;

상기 상기 측정신호를 이용하여 제 3 전극 및 제 4 전극간의 전위차를 측정하는 전위차 측정부;

측정 시스템의 영점을 조절하고, 상기 전위차 측정부로부터 입력된 전위차 신호의 DC 레벨을 조정하여 측정 범위를 이동하는 오프셋 전압 제어부;

상기 오프셋 전압 제어부로부터 출력된 전위차 신호를 소정의 크기로 증폭하는 증폭부;

상기 증폭된 전위차 신호에서 잡음을 필터링하는 필터부; 및

잡음이 필터링된 전위차 신호를 증폭하고 위상을 반전시키는 위상반전 증폭부를 포함하는 것을 특징으로 하는 측정 시스템.

【청구항 12】

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 영상 표시부는
상기 신호 변환부로부터 입력된 신호에 대해서 소정의 연산을 수행하여 해석 데이터를 출력하는 데이터 해석부;

상기 데이터 해석부에서 수행될 연산을 결정하는 연산 제어부; 및

상기 해석 데이터를 영상 신호로 변환하여 출력하는 디스플레이부를 포함하는 것을 특징으로 하는 측정 시스템.

【청구항 13】

피부의 국부적인 영역의 임피던스 측정에 이용되는 임피던스 측정 전극으로서,
피부에 일정한 전류를 인가하기 위한 복수의 전류 공급 전극; 및
피부의 반응 신호를 측정하기 위해 상기 전류 공급 전극과 분리된 복수의 측정 전극을 구비하며,

상기 측정 전극은 상기 전류 공급 전극 사이에 배치되는 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 전극.

【청구항 14】

제 13 항에 있어서,

상기 전류 공급 전극은, 원기둥 형상의 제 1 전극, 및 상기 제 1 전극을 둘러싸는 원통 형상의 제 2 전극을 구비하며,

상기 측정 전극은, 상기 제 1 전극을 둘러싸고 상기 제 1 및 제 2 전극 사이의 공간에 배치되는 원통 형상의 전극인 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 전극.

【청구항 15】

제 13 항에 있어서, 상기 전류 공급 전극은

제 1 면, 상기 제 1 면에 수직인 제 2 면, 및 상기 제 2 면으로부터 상기 제 1 면 방향으로 수직인 제 3 면으로 구성되는 제 1 전극; 및 상기 제 1 전극과 동일한 형상을

갖으며, 상기 제 1 전극과 개방된 면이 서로 마주보도록 서로 이격되어 배치된 제 2 전극을 구비하고,

상기 측정 전극은 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극 사이에 형성되는 내측 공간에 배치되는 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 전극.

【청구항 16】

제 13 항에 있어서, 상기 측정 전극은

제 1 면, 상기 제 1 면에 수직인 제 2 면, 및 상기 제 2 면으로부터 상기 제 1 면 방향으로 수직인 제 3 면으로 구성되는 제 3 전극; 및 상기 제 3 전극과 동일한 형상을 갖으며, 상기 제 3 전극과 개방된 면이 서로 마주보도록 서로 이격되어 배치된 제 4 전극을 구비하고,

상기 복수의 전류 공급 전극사이에 배치되는 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 전극.

【청구항 17】

제 13 항에 있어서,

상기 전류 공급 전극은 소정의 곡률을 갖으며 일부분이 개방된 타원형의 제 1 전극, 및 상기 제 1 전극과 동일한 형상을 갖으며, 상기 제 1 전극과 개방된 면이 서로 마주보도록 서로 이격되어 배치된 제 2 전극을 구비하고,

상기 측정 전극은 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극 사이에 형성되는 내측 공간에 배치되는 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 전극.

【청구항 18】

제 13 항에 있어서,

상기 측정 전극은 소정의 곡률을 갖으며 일부분이 개방된 타원형의 제 3 전극, 및
상기 제 3 전극과 동일한 형상을 갖으며, 상기 제 3 전극과 개방된 면이 서로 마주보도록 서로 이격되어 배치된 제 4 전극을 구비하고,

상기 복수의 전류 공급 전극사이에 배치되는 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 전극.

【청구항 19】

제 15 항 내지 제 18 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전류 공급 전극의 개방면의 법선 방향과 상기 측정 전극의 개방면의 법선 방향은 서로 직교하는 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 전극.

【청구항 20】

제 15 항 내지 제 18 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 임피던스 측정 전극은

상기 전류 공급 전극간의 간격을 조절하는 제 1 전극 간격 조절부; 및

상기 측정 전극간의 간격을 조절하는 제 2 전극 간격 조절부를 포함하고,

상기 제 1 전극 간격 조절부는, 상기 전류 공급 전극에 연결된 제 1 고정 나사선, 상기 제 1 고정 나사선에 접합되고 상기 전류 공급 전극의 위치가 상기 고정 나사선을 따라서 움직이도록 상기 고정 나사선을 회전시키는 제 1 돌림나사, 상기 전류 공급 전극의 위치를 상기 고정 나사선상에 고정시키는 고정단추를 포함하고,

상기 제 2 전극 간격 조절부는, 상기 측정 전극에 연결된 제 2 고정 나사선, 상기 제 2 고정 나사선에 접합되고 상기 측정 전극의 위치가 상기 고정 나사선을 따라서 움직이도록 상기 고정 나사선을 회전시키는 제 2 돌림나사, 상기 측정 전극의 위치를 상기 고정 나사선상에 고정시키는 고정단추를 포함하며,

상기 제 1 고정 나사선 및 제 2 고정 나사선은 소정의 간격이 이격되어 서로 직교하는 방향으로 배치되는 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 전극.

【청구항 21】

제 14 항 내지 제 18 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 측정 전극간의 간격은 5mm 이하인 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 전극.

【청구항 22】

제 13 항에 있어서,

상기 전류 공급 전극 및 측정 전극은 병렬로 배치된 평평한 전극으로 구성되고, 상기 측정 전극은 상기 전류 공급 전극 사이에 배치되는 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 전극.

【청구항 23】

제 22 항에 있어서,

상기 전극들에 연결된 고정 나사선;

상기 고정 나사선에 접합되고, 상기 전극들의 위치가 상기 고정 나사선을 따라서 움직이도록 상기 고정 나사선을 회전시키는 돌림나사; 및

소정의 전극의 위치를 상기 고정 나사선상에 고정시키는 고정단추를 포함하여, 상기 전극들의 간격을 조절하는 전극 간격 조절부를 포함하는 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 전극.

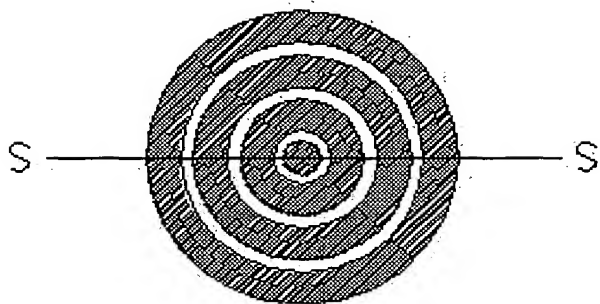
【청구항 24】

제 22 항에 있어서,

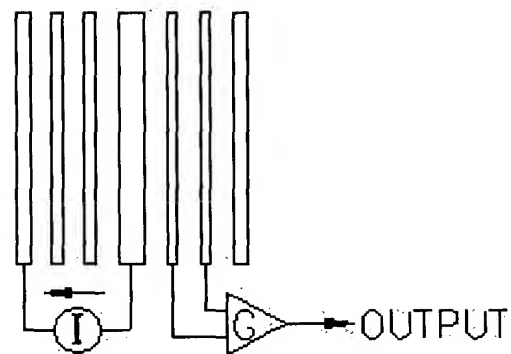
상기 측정 전극간의 간격은 5mm 이하인 것을 특징으로 하는 임피던스 측정 전극.

【도면】

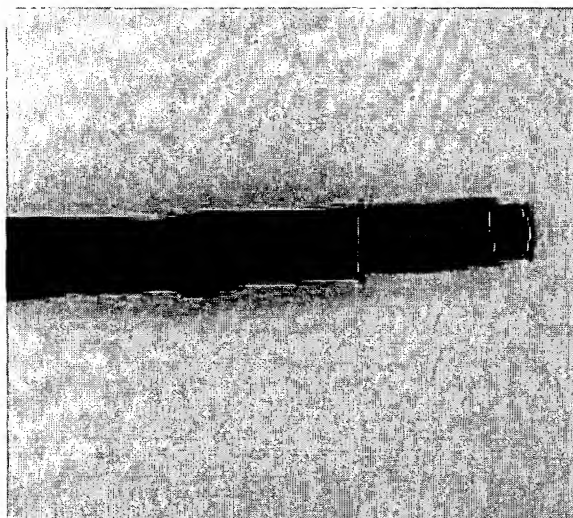
【도 1】



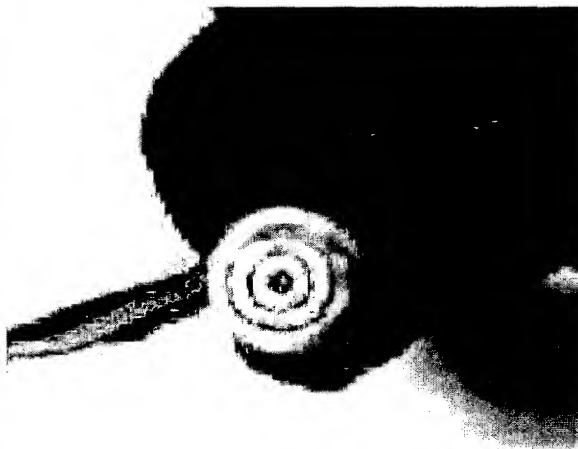
(a)



(b)



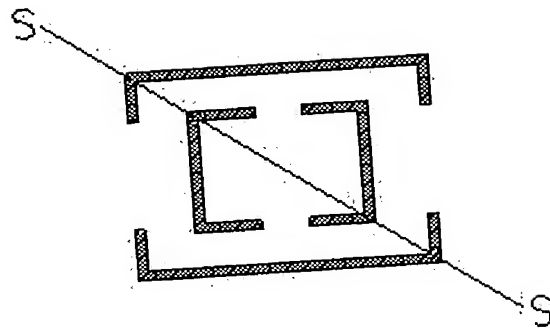
(c)



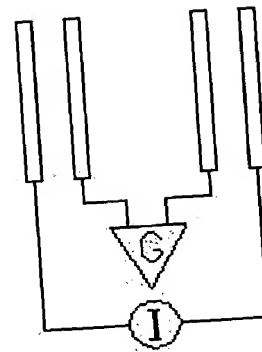
(d)

1020020043926

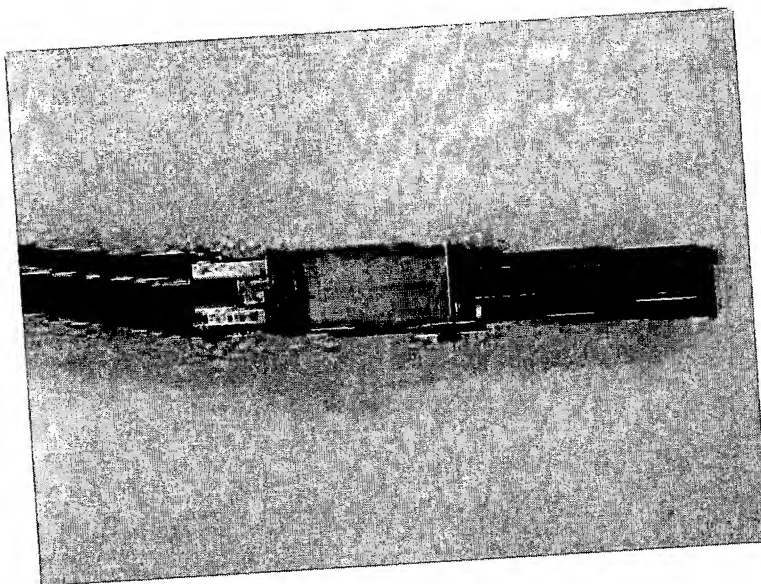
【도 2】



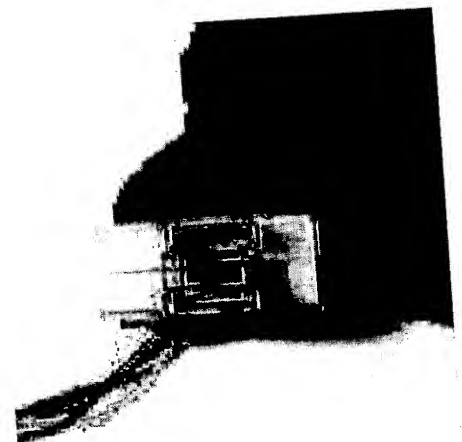
(a)



(b)

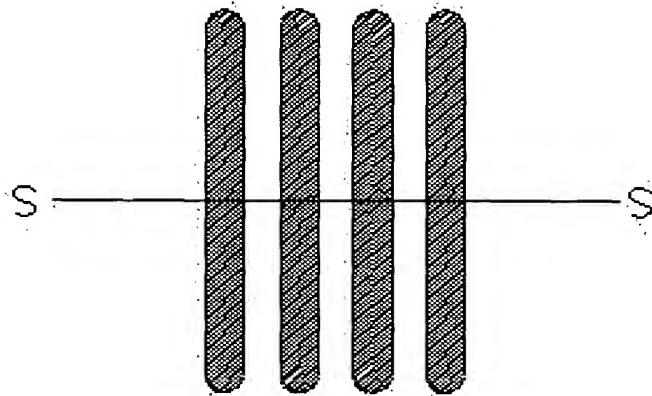


(c)

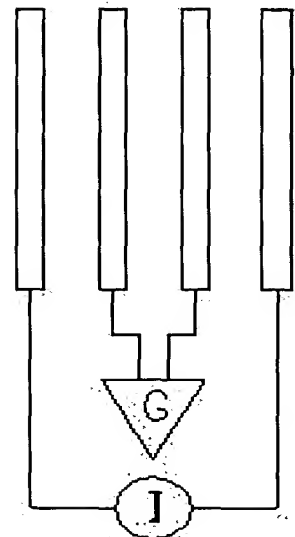


(d)

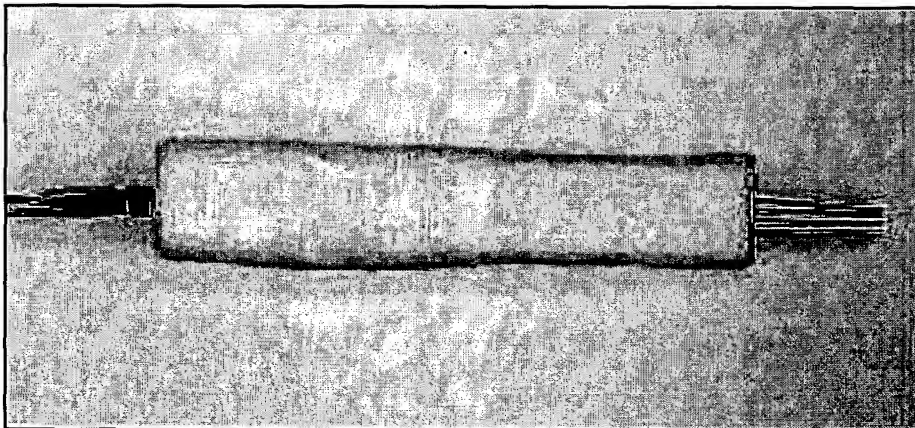
【도 3】



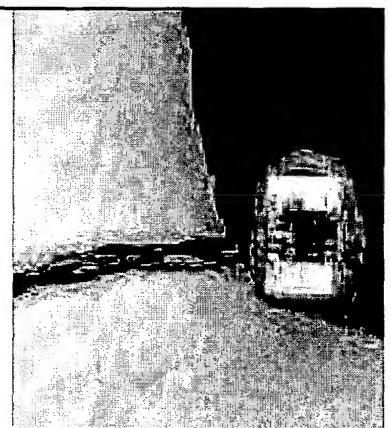
(a)



(b)

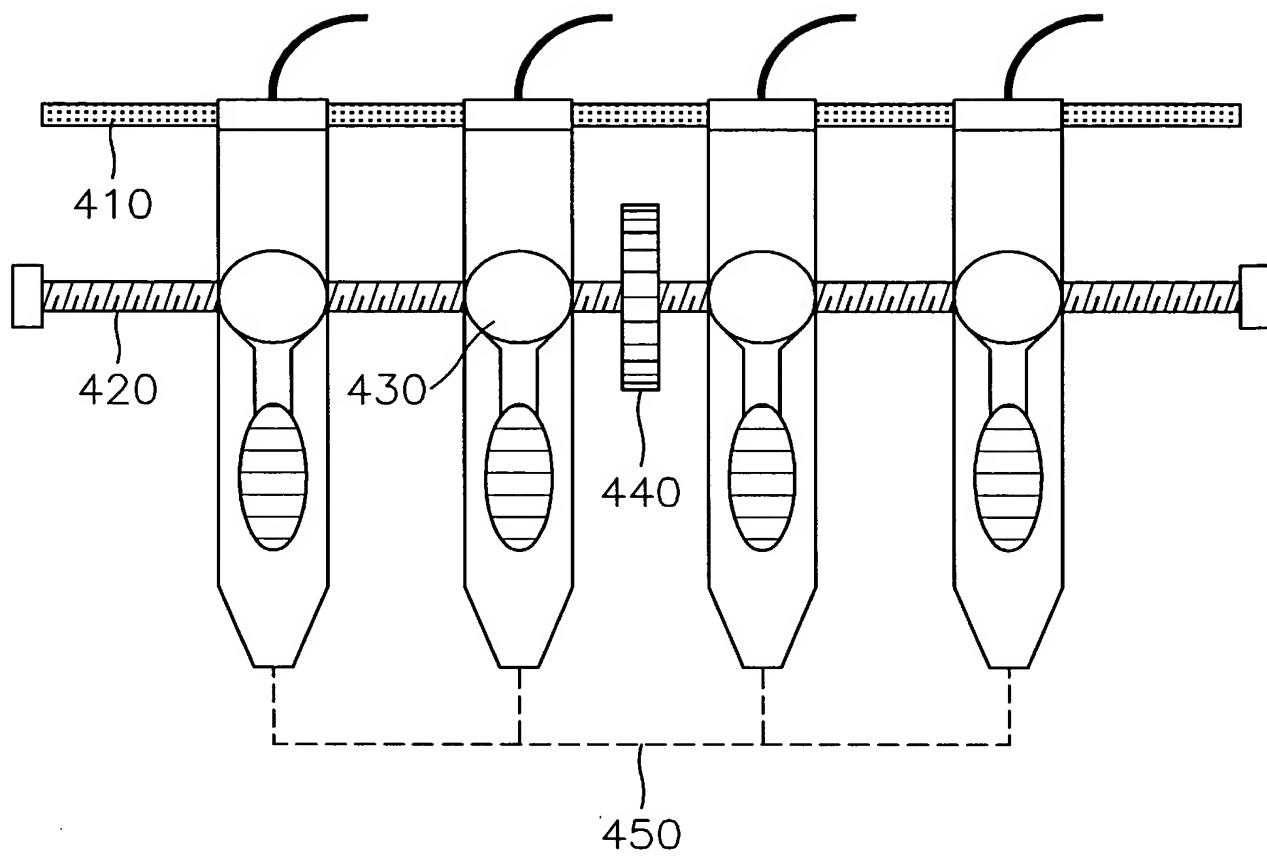


(c)

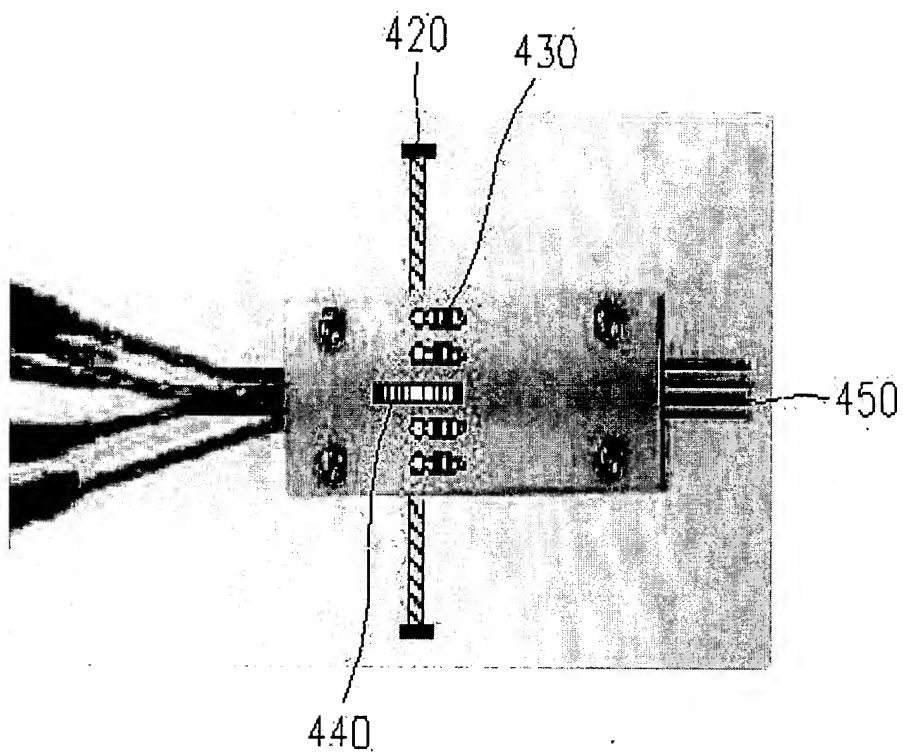


(d)

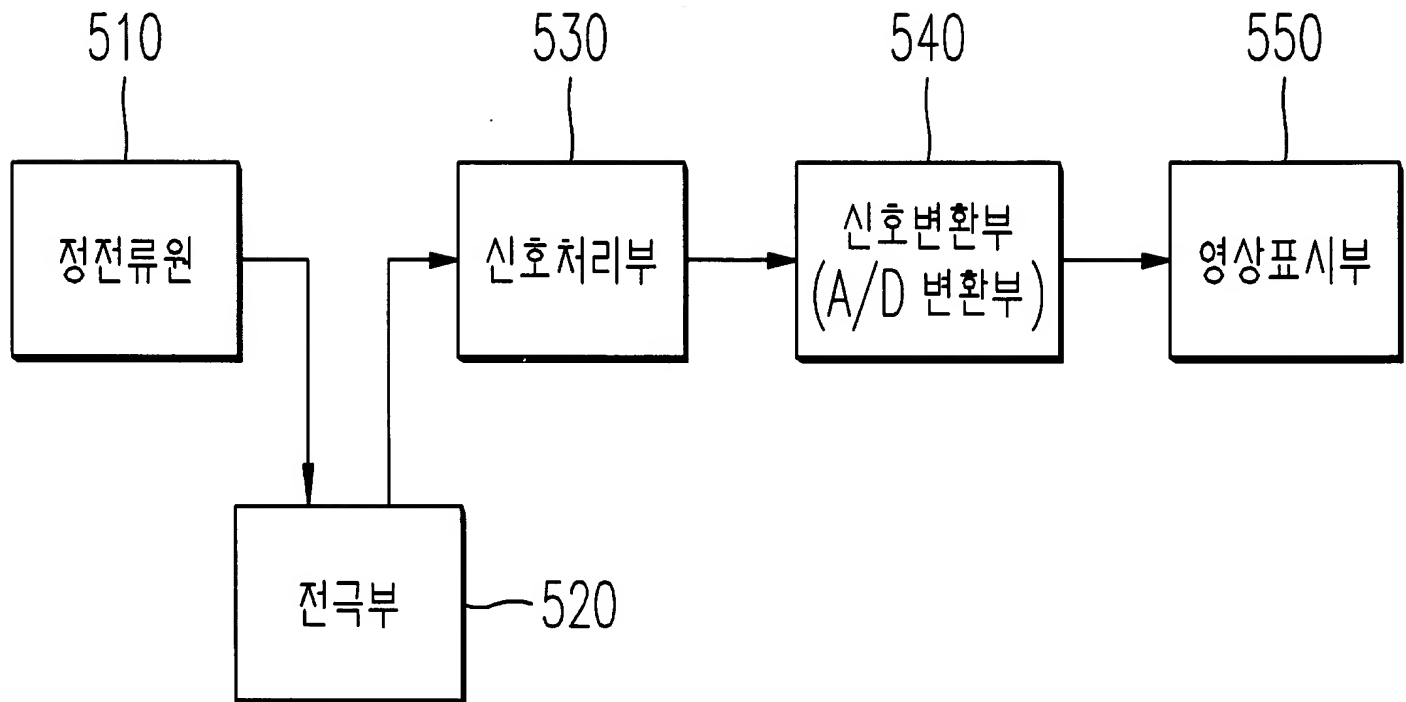
【도 4a】



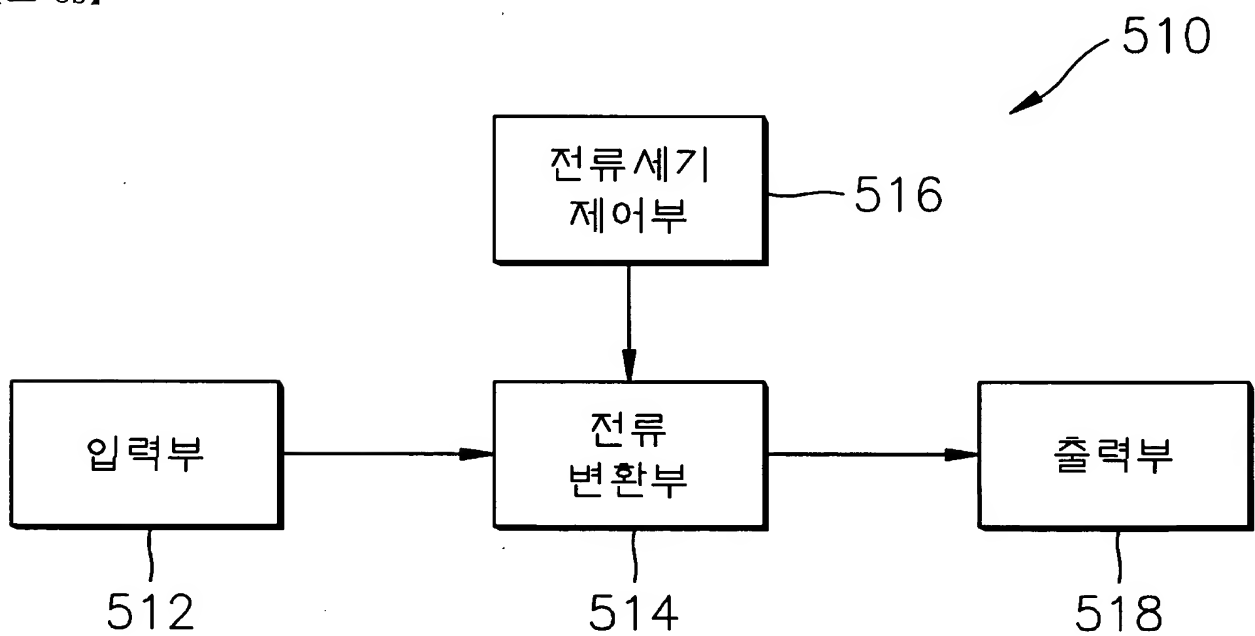
【도 4b】



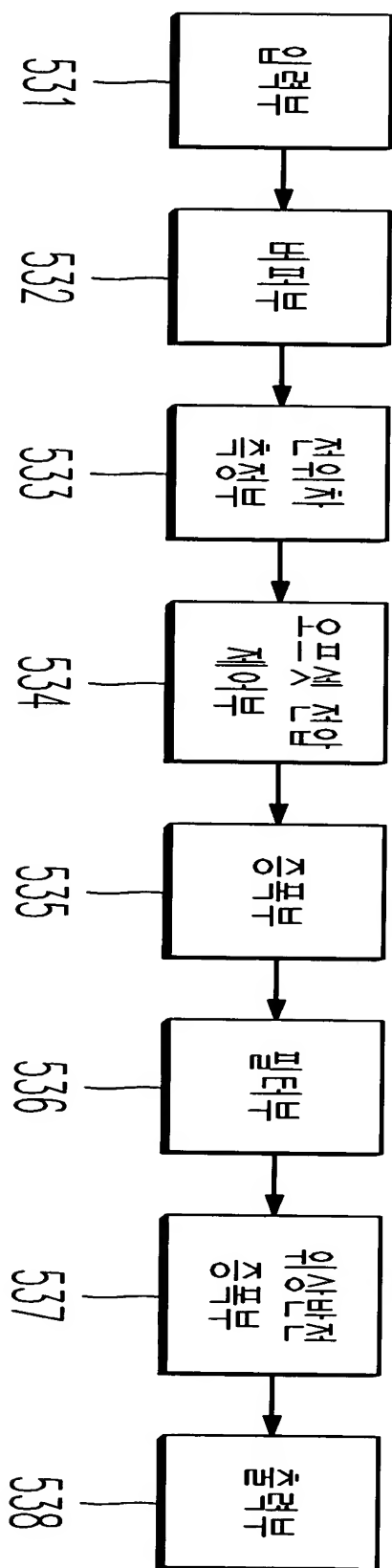
【도 5a】



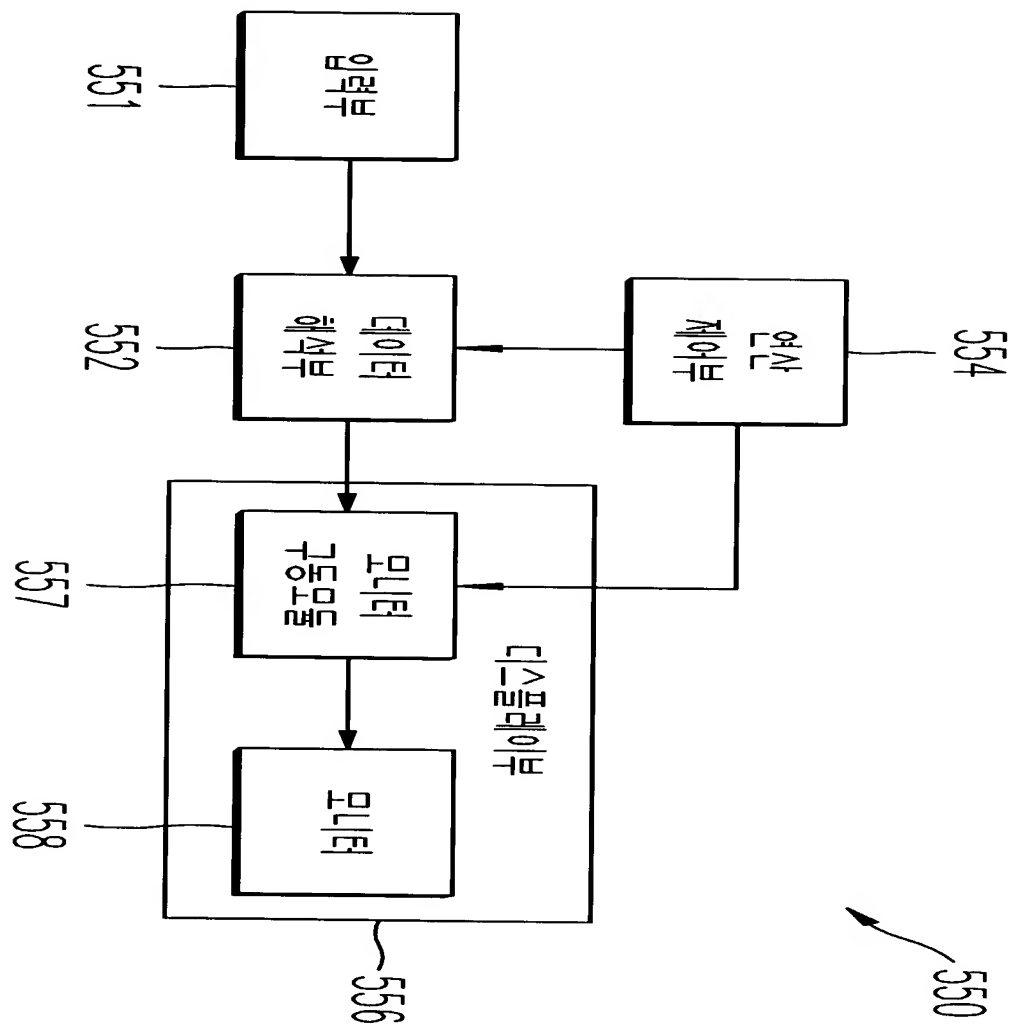
【도 5b】



【도 5c】



【도 5d】



【도 6】

